肥満の本態性高血圧症への寄与度に関する 衛生統計学的研究

Population Attributable Risk Percent (PAR) of Obesity for Essential Hypertension

慶応義塾大学医学部衛生学公衆衛生学教室

高 島 豊 *

Yutaka Takashima

Department of Preventive Medicine and Public Health, School of Medicine, Keio University, Tokyo

To assess the significance of obesity as an etiological cause for essential hypertension, the relation between Body Mass Index (BMI) and blood pressure level was statistically examined from a cross-sectional data of health examinations for male clerical workers aged 40-54.

The conclusions were as follows.

- 1) Among 640 subjects under analysis, 105 subjects were accompanied by obesity characterized by more than 25.0 of BMI.
- 2) 'Rate Ratios' of the individuals whose BMIs are more than 25.0 to those whose BMIs are less than 25.0 for hypertension (WHO criteria) were 2.77, 1.96 and 2.22 in the three age groups of 40-44 yrs, 45-49 yrs and 50-54yrs, respectively.
- 3) 'Population Attributable Risk Percents' (PARs) of obesity characterized by more than 25.0 of BMI for hypertension (WHO criteria) were calculated as $21.3 \pm 13.6\%$, $13.2 \pm 7.9\%$ and $17.9 \pm 7.3\%$ for the three age groups of 40-44 yrs, 45-49 yrs and 50-54 yrs, respectively. Furthermore, the author attempted to estimate the standard PAR level among the whole middle-aged male population by the age-standardization of PAR. If the above three age groups are equally weighed, this age-standardized PAR is calculated as 17.1%.
- 4) If the subjects with border-line hypertension (WHO criteria) are also included in hypertensives, the age-standardized PAR is calculated as 9.5%.
- 5) These results suggest that about 10-20% of essential hypertension among Japanese middle-aged males could be prevented by the maintenance of desirable weight.

Key words: Obesity, Essential hypertension, Attributable risk,
Relative risk, Contingency table
肥満, 本態性高血圧, 寄与危険度, 相対危険度, 分割表

緒 言

今日、肥満は高血圧症の重要な成因のひとつと考えられている。諸家の知見¹⁻⁴⁾により、肥満が血圧上昇に強く関与している事実は疑う余地のない所であり、また一方、肥満を有する高血圧者が体重減少により明瞭に血圧を低下させうることも、多くの臨床的ならびに実験的研究⁵⁻⁹⁾の結果明らかとなっている。さらにこの場合、肥満者の

体重減少幅と血圧下降の程度の間には高い正相関が認められる^{5,9)}との報告もみられ、体脂肪蓄積の程度が血圧水準の決定に直接関与しているとの推定も可能である。しかし、公衆衛生学的見地からみた場合、肥満を予防することが、集団の高血圧症発現率をどの程度低下させうるかという問題は、未だ明らかにされていないと思われる。この問題を解明するためのひとつの有力な接近方法は、肥満状態の存在により、現実になれ位余剰な高血圧症が

* 現在 北里大学医学部衛生学公衆衛生学教室

生み出されているかを、疫学的技法を用いて知ることであらう。

本研究では、肥満の予防およびその改善の施策が、中高年者における高血圧症の減少にどの程度寄与しているかを、とくに都会に在住し事務的業務に従事する男性の場合について、健診資料をもとに検討したのでここに報告する。

研究対象および研究方法

1. 研究対象

対象は、東京都内某事務系企業に勤務する、40～54歳の中高年男性692名の昭和55年度成人病健診記録である。本健診では、身長、体重測定のほか、血圧測定、尿定性(糖、蛋白、潜血)検査、各種血液生化学検査、胸部X線検査、心電図検査、内科医師による既往歴、現病歴、疾病がある場合はその治療状況の確認と一般内科的診察、が全対象につき行なわれた。そして全対象692名中、健診当時、高血圧症にて投薬治療を受けていたもの、および心疾患、腎疾患、肝疾患、糖尿病、高脂血症などの慢性疾患にて受療中であつた者を除外した残りの599名(I群)と、本健診時に高血圧症以外に重篤な内科的慢性疾患はなく、血圧降下剤のみ服用中であつた本態性高血圧症患者41名(II群)、さらにI、II両群を併せた640名((I+II)群)を解析対象とした。ここにI群の年齢構成は、40～44歳:163名、45～49歳:245名、50～54歳:191名であり、またII群の年齢構成は、40～44歳:7名、45～49歳:13名、50～54歳:21名であつた。なお健診時には、全対象について日常生活に関するアンケート調査が並行して実施され、各人の飲酒歴が明らかにされた。これは、日常の飲酒頻度を4段階〔①飲まないまたは飲めない ②月に数回程度しか飲まない ③週に数回飲むが毎日ではない ④毎日飲む〕に分け、各人が何れに該当するかを記入させるに加え、1回の飲酒量と酒の種類を併記させる方法によつた。

血圧測定は、内科医師により、起座位にて十分な安静後の状態で実施された。血圧計は標準サイズ(12×23 cm)のcuffを有する水銀血圧計を使用した。

2. 肥満度の指標および肥満の定義

個人の肥満度を示す指標としては、皮下脂肪厚との相関がきわめて高く、肥満度の算定に最適¹⁰⁻¹²⁾とされるBody Mass Index (BMI)を用いた。BMIは、次式により算出されるものである。

$$BMI = \frac{\text{体重(kg)}}{\text{身長(m)}^2}$$

肥満の基準をいかに設定するかの問題であるが、Thomas, A.E.ら¹³⁾のBMI値とアメリカ生命保険協会の資料から求められた理想体重とを照合した研究によると、男性の場合、BMIの正常上限は25であり、25以上は体重過剰と考えられるという。そこで本研究では、BMI値で25以上を、一括して肥満と定義した。

3. 高血圧の定義

WHOの基準¹⁴⁾に従い、収縮期血圧160 mmHg以上または拡張期血圧95 mmHg以上を高血圧と定義し、それ以外の対象で、収縮期血圧140 mmHg以上160 mmHg未満または拡張期血圧90 mmHg以上95 mmHg未満である場合は、境界域高血圧と定義した。また、降圧剤のみ服用中であつたII群については、本健診時の血圧測定値の如何にかかわらず、降圧治療開始前にはWHO基準をみたま高血圧症であつたものと考え、一括して高血圧者とした。

4. 解析方法

本研究では、限られた断面的資料(Cross-Sectional Data)をもとに、高血圧症のうちのいか程の割合が、肥満の存在に関係して生じている余剰増加かを検索する試みを行なつた。このため本研究では、Cole, P.ら¹⁵⁾により提唱されたPopulation Attributable Risk Percent (単にAttributable Riskと称する学派¹⁶⁾もある) 'PAR'と、この概念を応用した年齢標準化PARの算出を行なうことにより、本問題への接近を試みた。

一般に、疾病Yに対する要因XのPARは、次式により与えられる。

$$PAR = \frac{P(RR-1)}{P(RR-1)+1} \times 100 (\%) \cdots \cdots (1)$$

ここに、Pは集団中に占める要因Xの保有者の割合、RRは要因X保有者群の非保有者群に対する疾病Y発生率または保有率の比(Rate Ratio)である。

また、ある特定集団において、要因保有者と疾病保有者の人数関係がTable 1-(i)に示すような2×2表で表わされる場合、PAR、PARの分散、PARの標準誤差は、それぞれ次式で示される。

$$PAR = \frac{(ad-bc) \times 100}{(a+c)(c+d)} = \frac{ad-bc}{n_1 m_2} \times 100 (\%) \cdots \cdots (2)$$

$$\begin{aligned} \text{VAR(PAR)} &= \frac{cN[ad(N-c)+bc^2]}{(a+c)^3(c+d)^3} \times 10^4 \\ &= \frac{cN[ad(N-c)+bc^2]}{n_1^3 m_2^3} \times 10^4 (\%) \cdots (3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SE(PAR)} &= 100 \times \sqrt{\frac{cN[ad(N-c)+bc^2]}{(a+c)^3(c+d)^3}} \\ &= 100 \times \sqrt{\frac{cN[ad(N-c)+bc^2]}{n_1^3 m_2^3}} (\%) \cdots (4) \end{aligned}$$

(VAR(PAR) : PAR の分散 SE(PAR) : PAR の標準誤差)

なお、ここで対象集団の各年齢階級毎に Table 1-(ii) のような 2×2 表が示しうるものとする、全対象における PAR は、

$$\begin{aligned} \text{PAR} &= \frac{\sum_i \left(A_i \times \frac{n_{1i}}{N_i} \times \frac{a_i d_i - b_i c_i}{n_{1i} m_{2i}} \right)}{\sum_i (A_i n_{1i} / N_i)} \times 100 \\ &= \frac{\sum_i \{ A_i (a_i d_i - b_i c_i) / N_i m_{2i} \}}{\sum_i (A_i n_{1i} / N_i)} \times 100 (\%) \cdots (5) \end{aligned}$$

(A_i : 年齢階級 i の者の全対象中に占める比率, $0 \leq A_i \leq 1$, $\sum_i A_i = 1$)

で示されることになる。

Table 1-(i) General 2×2 sample contingency table arising in epidemiological studies.

		Disease		Total
		(+)	(-)	
Etiological causes	(+)	a	b	$m_1 = a + b$
	(-)	c	d	$m_2 = c + d$
Total		$n_1 = a + c$	$n_2 = b + d$	$N = a + b + c + d$

Table 1-(ii) 2×2 sample contingency table among the population by age category (i).

		Disease		Total
		(+)	(-)	
Etiological causes	(+)	a_i	b_i	$m_{1i} = a_i + b_i$
	(-)	c_i	d_i	$m_{2i} = c_i + d_i$
Total		$n_{1i} = a_i + c_i$	$n_{2i} = b_i + d_i$	$N_i = a_i + b_i + c_i + d_i$

この式はすなわち、Table 1-(ii) に示されるように年齢階級 i の集団においては、要因保有者の比率 $= m_{1i} / N_i$ 、要因保有群における疾病保有者の比率 $= a_i / m_{1i}$ 、要因非保有群における疾病保有者の比率 $= c_i / m_{2i}$ 、で各々の値が代表されるものと考えた場合、ある標準人口集団中に占める年齢階級 i 群の比率 A_i ($0 \leq A_i \leq 1$) を用いて、本標準人口集団における年齢標準化 PAR 値を算出することが可能であることを示している。

本研究では、対象を「40~44歳」、「45~49歳」、「50~54歳」の3群に分類し、各群において高血圧症に対する肥満の PAR を算出するに加え、(5)式で $A_i = 0.333$ ($i = 1, 2, 3$) を代入して、上記3群の人数重みづけを均等にした上で、「40~54歳」集団全体の PAR 算出も行ない、中高年男性における本態性高血圧症に対して、肥満が有する標準的 PAR 水準の推定を試みた。

結 果

(I + II) 群640名を、年齢により「40~44歳」、「45~49歳」、「50~54歳」の3群に分類し、各年齢群における BMI 値分布を示した結果が Fig. 1 である。ここに明らかな如く、3年齢群間で BMI 値分布に大きな相違はみられなかった。BMI 値の平均値 $\pm$ 標準偏差を計算すると、「40~44歳」群：22.8 $\pm$ 2.5、「45~49歳」群：22.7 $\pm$ 2.7、「50~54歳」群：22.5 $\pm$ 2.8、となった。そして統計上この3群間に、BMI 平均値の有意差はみられなかった。なお本研究で肥満の基準とした「BMI 25.0以上」の該当者

Fig. 1 Distribution of Body Mass Index by three categories of age in 640 subjects.

は、(I + II)群640名中では105名存在しており、全体の16.4%を占めていた。Table 2 は、(I + II) 群において BMI 25.0以上であった105名の、松本法¹⁷⁾による標準体重から計算された肥満度分布を示した結果である。表に明らかな如く、本研究での BMI 25.0以上の対象においては、松本法で肥満度+10%未満の者は皆無であった。

Table 2 Obesity indices obtained by Matsuki's method in 105 subjects with more than 25.0 of Body Mass Index (BMI).

Obesity Index obtained by Matsuki's method (%)	Distribution of 105 subjects with more than 25.0 of BMI
— < +10	0
+10 ≤ — < +15	10
+15 ≤ — < +20	46
+20 ≤ — < +25	20
+25 ≤ — < +30	16
+30 ≤ — < +35	7
+35 ≤ — < +40	3
+40 ≤ —	3

また105名中半数近くの49名までが、松本法においては肥満度+20%以上に該当していた。

降圧剤服用中の対象を除外した I 群599名を対象として、上記3年齢群別の収縮期及び拡張期血圧測定値分布を示した結果を、Fig. 2- (i), (ii) に示す。収縮期血圧の平均値±標準偏差を計算した結果では、「40～44歳」群：123.7±13.6 mmHg, 「45～49歳」群：127.1±14.8 mmHg, 「50～54歳」群：129.0±17.0 mmHg となり、また拡張期血圧の平均値±標準偏差は、「40～44歳」群：80.9±9.5 mmHg, 「45～49歳」群：82.4±9.7 mmHg, 「50～54歳」群：83.1±12.0 mmHg, となった。すなわち血圧測定値は収縮期、拡張期ともに高年齢群になるに従って、高値となる特徴が確認された。ただし Student の *t* 検定の結果によると、「40～44歳」群と「50～54歳」群の2群間には、収縮期血圧では1%水準で有意差がみられたが、拡張期血圧においては、この両群間に有意水準5%での有意差は認められなかった。

Fig. 3-(i), (ii), (iii) は、I 群599名における BMI 値と血圧測定値の関係を、各年齢階級毎に示した結果である。ここに BMI 値は図中に示す如く、5段階に分類しているが、各年齢層ともに BMI 値が高い群となるほど、

Fig. 2(i) Distribution of systolic blood pressure in three categories of age in 599 subjects without any medication.

Fig. 2(ii) Distribution of diastolic blood pressure in three categories of age in 599 subjects without any medication.

血圧水準も段階的に高値となる特徴が明らかであった。5つのBMI値群の相互間に血圧測定値の有意差がみられるか否かを、一元分散分析により検定した結果によると、「40～44歳」群における収縮期血圧では有意水準5%での有意差は認められなかったが、他の2年齢群の収縮期血圧および3年齢群各々の拡張期血圧においては、5つのBMI群間で5%水準での有意差が確認された。

次に、高血圧症に対する肥満の寄与の割合を検索するため、BMI 25.0以上の肥満状態と高血圧の関係につき、各年齢階級毎にTable 1-(ii)に準じた2×2表の設定とRate Ratio, PARの各算出を試みた〔Table 3-

(i), (ii)〕。さらに、3年齢層全体としての年齢標準化PAR値の算出をも実施した。ここでTable 3-(i)は、高血圧者をWHO基準をみたしている対象に限定した場合のPAR値の計算結果を、Table 3-(ii)は、WHO基準で境界域高血圧症も高血圧症として包括した場合の同計算結果を示した。なお何れの場合も、降圧剤のみ服薬中であったII群41名も含め、(I+II)群640名を解析対象とした。これは、降圧剤服用者を除外すると、高度の高血圧者に代表される高血圧者群の相当部分が解析対象から除外されることにより、肥満と高血圧の関係についての本計算結果が、真の値から少なからずずれてしま

Fig. 3(i) Blood pressure levels (Mean $\pm$ S.E.M) as a function of Body Mass Index.

Fig. 3(iii) Blood pressure levels (Mean $\pm$ S.E.M) as a function of Body Mass Index. Abbreviations: SBP: Systolic blood pressure, DBP: Diastolic blood pressure.

Fig. 3(ii) Blood pressure levels (Mean $\pm$ S.E.M) as a function of Body Mass Index.

う可能性を考慮したためである。そこで本研究では、II 群41名についての本健診時の BMI 計算値は、降圧治療開始前の BMI 値から大きく変動していないことを前提として、そのまま解析に供した。Table 3- (i) に示される如く、BMI 25.0以上の状態の高血圧症に対する Rate Ratio は、3 年年齢群において1.96~2.77の値を示した。そして PAR の点推定値は13.2~21.3 (%) となった。さらに、上記 3 年年齢群の人数重みづけを均等として年齢標準化 PAR を算出すると、17.1%との結果がえられた。一方、Table 3- (ii) に明らかな如く、境界域高血圧者も高血圧者と一括して考え同様の計算を行なった場合は、Rate Ratio, PAR とともに、前者に比し一致して低値である特徴が窺われた。この場合の年齢標準化 PAR 値は、9.5%であった。

Table 4 は、(I + II) 群640名について、BMI 25.0以上群と同25.0未満群の飲酒歴状況を比較した成績である。飲酒歴については表に示す如く、飲酒頻度および、アルコール量に換算して、日本酒で毎日2合以上飲んでいるかなりの大酒家が占める割合から比較を行なった。表に明らかな如く、両群間で飲酒状況に大きな相違はみられないと考えられた。次に I 群を対象として、各年齢階級

Table 3-(i) Calculation of Rate Ratios and Population Attributable Risk Percents of obesity (more than 25.0 of Body Mass Index) for hypertension (Systolic blood pressure $\geq$ 160 mmHg and/or diastolic blood pressure $\geq$ 95 mmHg) by three categories of age.

Age	a_i	b_i	c_i	d_i	$r_{1i} = \frac{a_i}{a_i + b_i}$	$r_{2i} = \frac{c_i}{c_i + d_i}$	$RR_i = \frac{r_{1i}}{r_{2i}}$
40—44 ($i=1$)	5	21	10	134	0.192	0.069	2.77
45—49 ($i=2$)	10	31	27	190	0.244	0.124	1.96
50—54 ($i=3$)	15	23	31	143	0.395	0.178	2.22

Age	$a_i d_i - b_i c_i$	$(a_i + c_i)(c_i + d_i)$	PAR _i (%)	SE(PAR _i) (%)
40—44 ($i=1$)	460	2160	21.3	13.6
45—49 ($i=2$)	1063	8029	13.2	7.9
50—54 ($i=3$)	1432	8004	17.9	7.3

i : Category of age, a_i : Number of hypertensives among individuals with more than 25.0 of BMI, b_i : Number of non-hypertensives among individuals with more than 25.0 of BMI, c_i : Number of hypertensives among individuals with less than 25.0 of BMI, d_i : Number of non-hypertensives among individuals with less than 25.0 of BMI, RR_i : Rate Ratio, PAR_i: Population Attributable Risk Percent, SE (PAR_i): Standard error of PAR_i.

ごとに、週数回以上または毎日飲酒を行なっている群とそれ以外の群との間で、収縮期及び拡張期血圧測定値の有意差検定 (Student の t 検定) を実施した。結果は、何れの年齢群においても両血圧ともに、有意差は認められなかった。

考 察

本研究は、Population Attributable Risk Percent (PAR) の適用により、高血圧症の成因として肥満の寄与度を定量的に明らかにする試みを行なった。本 PAR 値は(1)式からも明らかのように、ある要因と疾病の間の関係の強さ (Relative Risk または Rate Ratio) に加え、当該要因の対象集団中における出現率の大小によって決定左右される指標である。従って PAR の特徴は、とくに地域集団的レベルで疾病の有効な予防対策を講じていく

Table 3-(ii) Calculation of Rate Ratios and Population Attributable Risk Percents of obesity (more than 25.0 of Body Mass Index) for hypertension or border-line hypertension (Systolic blood pressure $\geq$ 140 mmHg and/or diastolic blood pressure $\geq$ 90 mmHg) by three categories of age.

Age	a_i	b_i	c_i	d_i	$r_{1i} = \frac{a_i}{a_i + b_i}$	$r_{2i} = \frac{c_i}{c_i + d_i}$	$RR_i = \frac{r_{1i}}{r_{2i}}$
40—44 ($i=1$)	8	18	31	113	0.308	0.215	1.43
45—49 ($i=2$)	23	18	63	154	0.561	0.290	1.93
50—54 ($i=3$)	22	16	63	111	0.579	0.362	1.60

Age	$a_i d_i - b_i c_i$	$(a_i + c_i)(c_i + d_i)$	PAR _i (%)	SE(PAR _i) (%)
40—44 ($i=1$)	346	5616	6.2	6.5
45—49 ($i=2$)	2408	18662	12.9	4.4
50—54 ($i=3$)	1434	14790	9.7	4.2

i : Category of age, a_i : Number of hypertensives or border-line hypertensives among individuals with more than 25.0 of BMI, b_i : Number of normotensives among individuals with more than 25.0 of BMI, c_i : Number of hypertensives or border-line hypertensives among individuals with less than 25.0 of BMI, d_i : Number of normotensives among individuals with less than 25.0 of BMI, RR_i : Rate Ratio, PAR_i: Population Attributable Risk Percent, SE(PAR_i): Standard error of PAR_i.

ための参考指標として、有用である点にあるといえる。Relative Risk は、ある特定要因がもつ疾病起因性の大小を推定しうる有用な指標であるが、当該要因の集団における出現頻度は考慮されていないため、集団レベルで疾病予防を行なう立場においては、Relative Risk が大きい要因にのみ着目することは、公衆衛生学的にはかならずしも適切でない場合が生じてくるのである。本研究では、都会に在住し事務的業務を行なっている40～54歳の中老年男性をさらに、40～44歳、45～49歳、50～54歳の3群に分け、BMI 25.0以上群の同25.0未満群に対する高血圧症の Rate Ratio、ならびに BMI 25.0以上の状態の高血圧症への PAR、の両指標の算出を試みた。この結果、まず Rate Ratio の値からみて、WHO 基準をみたと

**Table 4 Drinking history in relation to
Body Mass Index among 640 subjects.**

Drinking history	Body Mass Index			
	<25.0		25.0≤	
	N	Frequency (%)	N	Frequency (%)
Non-drinkers	97	18.1	15	14.3
*Occasional drinkers	71	13.3	23	21.9
**Frequent drinkers	137	25.6	27	25.7
*Daily drinkers without more than 360ml of daily sake intake	173	32.3	32	30.5
*Daily drinkers with more than 360ml of daily sake intake	57	10.7	8	7.6
Total	535	100.0	105	100.0

*Occasional drinkers; Drinkers who drank a few times a month, **Frequent drinkers; Drinkers who drank more than two times a week but did not drink everyday. *All the beer and whiskey consumed had been adjusted to Japanese sake in terms of alcohol content (The approximations in this adjustment were as follows: one large bottle of beer = 180ml of Japanese sake, 2 glasses of single whiskey = 180ml of Japanese sake).

高血圧症者で明らかな肥満状態を認める者においては、その半数以上が当該肥満に関係した高血圧症であることが示された。すなわち本成績から、中高年男性の高血圧症者で肥満を認める場合には、肥満の改善指導が重要であることが明らかである。なおここでは、BMI 値の正常上限として25.0を採用したが、この基準値をいかに定めるかについては、種々論議の尽きぬ所であろう。しかし、Thomas, A.E.ら¹³⁾の報告や、Table 2に示すようにBMI 25.0以上の対象は、わが国で広く使用されている松本法¹⁷⁾による肥満者基準(肥満度+10%以上)にもよく合致していることを考慮すると、本基準は最も妥当な肥満の判別基準のひとつと考えて差し支えなからう。PARについては、高血圧の基準をWHO基準とした上で、著者が考案した(5)式に示される年齢標準化法に従い、

40~54歳集団全体としての標準的 PAR 水準の算定を試みた結果、約17%との結果がえられた。WHO 基準での境界域高血圧症も高血圧症と一括して考え同様の検討を行なうと、同年齢標準化 PAR 値は約10%となった。すなわちこの結果より、男性の場合、仮に全員が肥満の予防及びその改善に努め適正体重の保持を実現しえたとすると、40歳代ならびに50歳代の本態性高血圧症は約10~20%減少するものと推測されるのである。もちろん本成績は、わが国都市部に在住する、男性の事務職従事者を対象としてえられた成績であるので、仮に、社会経済的に又は文化的に全く異質の集団を対象として同様の検討を行なった場合には、本 PAR 計算値もいささか異なった水準となる可能性があることは、留意する必要があるだろう。なお、ここに使用した PAR 値の年齢標準化法は、一般に次の場合にとくに有用と考えられ、今後、疫学的諸研究の中で、適宜活用されていくことが望まれる。

1) ある地域人口集団の中の一部の集団からえられた疫学資料をもとに、年齢分布に拡がりのある当該人口集団全体としての PAR 値を推定しようとする場合。

2) 年齢構成の異なった複数の集団間で、年齢の影響を除外して PAR 値を比較したい場合。

本研究の如き断面的研究の場合、要因と疾病の間の関係についての成績が、両者の因果関係を正確に示したものであるかどうかは、慎重に検討されねばならない。高血圧についていえば、食塩摂取^{18,19)}や飲酒^{20,21)}は、それぞれ血圧上昇に関与している重要な因子と考えられているため、これらの因子が、肥満と高血圧の関係についてえられた今回の成績に重大な交絡的作用を及ぼした可能性は、一応考慮されるべきであろう。食塩摂取量の問題については、肥満者の食塩摂取量が多く、食塩摂取が血圧を上昇させることによるみかけ上の現象にすぎないとの推測も可能である。しかし、食塩摂取量は不変とした条件下で、減量プログラムにより肥満者の血圧が顕著に低下することを明らかにした Reisin, E.ら⁵⁾、Tuck, M.L.ら⁸⁾の実験的研究報告、BMI 水準が高い群になるほど血圧水準も段階的に高値を示す特徴がみられた Fig. 3-(i), (ii), (iii)の結果などから、少なくとも肥満は食塩摂取量とはかなりの部分において独立して、高血圧症発現に寄与していると考えられる。また本研究で採用した BMI は、身長と体重の計測値から導き出されるひとつの状態を示す指標であり、食塩摂取量はこの BMI を間接的に規定している因子のひとつと考えられ、肥満を予防する際には肥満と食塩摂取を、強いて別個に独立した概念として認識せねばならない必然性はない。飲酒に

ついては、本研究では血圧測定値との間に強い関係は認められなかった。また、BMI 25.0以上群と BMI 25.0未満群の間で、飲酒歴分布に顕著な差がないことも確認した。すなわち、飲酒習慣が肥満と高血圧の関係についてえられた今回の成績への重大な交絡因子となっている証拠は、少なくともえられなかった。

喫煙習慣は、肥満度の低下と関係している要因である^{22,23)}といわれている。このため、BMI 25.0以上群と BMI 25.0未満群の間にみられた高血圧症比率の差は、BMI 25.0未満群の方に喫煙習慣者が多く存在していたことによるみかけ上の差である可能性もある。しかし、喫煙が血圧下降に強く関わることを証明した研究は、今の所見当らない。

血圧に関する疫学的研究においては、間接的血圧測定を行なう場合が通常であるので、測定成績と実際の動脈内圧との間の関係が、上腕周囲長により影響を受け修飾されている^{24,25)}可能性は考慮されねばならない。肥満者の場合、上腕周囲長の大きい人が多いため、実際よりも血圧が高めに記録されていることが考えられる。しかし一方、Karvonen, M.J.ら²⁶⁾によると、上腕皮下脂肪厚は上腕周囲長とは逆に、単独で間接的血圧測定値の低下に寄与する因子であるという。従って BMI 値と(間接的血圧測定値-動脈内圧値)が明瞭な正相関を有しているかどうかはかなり疑問であり、結局、肥満に伴う測定誤差の問題は今回の成績に大きな影響を及ぼしていないと推定できる。

総 括

首都圏に在住し、事務的業務に従事している中高年男性 (40~54歳) の健診記録をもとに、肥満と本態性高血圧症の関連性につき統計的検討を行ない、以下の結論がえられた。

1) Body Mass Index (BMI) で 25.0 以上を肥満と定義すると、解析対象 640 名中、本条件に該当するものは 105 名であり、約 16% に相当していた。

2) BMI 25.0 以上群の同 BMI 25.0 未満群に対する高血圧症者 (WHO 基準) 割合の比は、「40~44歳」、「45~49歳」、「50~54歳」の 3 群においてそれぞれ、2.77、1.96、2.22 であった。

3) 肥満 (BMI 25.0 以上) の、高血圧症 (WHO 基準) に対する Population Attributable Risk Percent (PAR) を計算すると、「40~44歳」群：21.3±13.6%、「45~49歳」群：13.2±7.9%、「50~54歳」群：17.9±7.3% (以上何れも、点推定値±標準誤差) となった。ま

た、著者の考案した年齢標準化 PAR 算出法によって、上記 3 年齢群の人数重みづけを均等にした上で、「40~54歳」群全体としての PAR 値を求めると、17.1% となった。

4) 境界域高血圧症 (WHO 基準) も高血圧症と一括して考え同様の計算を行なうと、「40~54歳」集団での年齢標準化 PAR 値は 9.5% となった。

5) 以上の結果より、肥満を防止し適正体重の保持をはかることにより、わが国中高年男性における本態性高血圧症例の約 10~20% は、予防可能であるものと考えられる。

謝 辞

稿を終るにあたり、懇切なる御指導と御校閲をいただいた、慶応義塾大学医学部衛生学公衆衛生学教室、近藤東郎教授に深甚なる謝意を表します。

文 献

- 1) Kannel, W.B., Brand, N., Skinner, J.J.Jr., Dawber, T.R. and McNamara, P.M.: The relation of adiposity to blood pressure and development of hypertension: The Framingham Study, *Ann. Intern. Med.*, **67**, 48-59 (1967).
- 2) Chiang, B.N., Perlman, L.V. and Epstein, F.H.: Overweight and hypertension: a review, *Circulation*, **39**, 403-421 (1969).
- 3) Mann, G.V.: The influence of obesity on health, *N. Engl. J. Med.*, **291**, 178-185 (1974).
- 4) Berglund, G., Ljungman, S., Hartford, M., Wilhelmsen, L. and Bjorntorp, P.: Type of obesity and blood pressure, *Hypertension*, **4**, 692-696 (1982).
- 5) Reisin, E., Abel, R., Modan, M., Silverberg, D.S., Eliahou, H.E. and Modan, B.: Effect of weight loss without salt restriction on the reduction of blood pressure in overweight hypertensive patients, *N. Engl. J. Med.*, **298**, 1-6 (1978).
- 6) Ramsay, L.E., Ramsay, M.H., Hettiarachchi, J., Davis, D.L. and Winchester, J.: Weight reduction in a blood pressure clinic, *Brit. Med. J.*, **2**, 244-245 (1978).
- 7) Heyden, S.: The workingman's diet. II. Effect of weight reduction in obese patients with hypertension, diabetes, hyperuricemia and hyperlipidemia, *Nutr. Metab.*, **22**, 141-159 (1978).

- 8) Tuck, M.L., Sowers, J., Dornfeld, L., Kledzik, G. and Maxwell, M.: The effect of weight reduction on blood pressure, plasma renin activity and plasma aldosterone levels in obese patients, *N. Engl. J. Med.*, **304**, 930-933 (1981).
- 9) Stockhorn, K.H., Nielsen, P.E., Quaade, F. and members of the Danish Obesity Project: Correlation between initial blood pressure and blood pressure decrease after weight loss, *Int. J. Obesity*, **6**, 307-312 (1982).
- 10) Keys, A., Fidanza, F., Karvonen, M.J., Kimura, N. and Taylor, H.L.: Indices of relative weight and obesity, *J. Chron. Dis.*, **25**, 329-343 (1972).
- 11) Baecke, J.A.H., Burema, J. and Deurenberg, P.: Body fatness, relative weight and frame size in young adults, *Br. J. Nutr.*, **48**, 1-6 (1982).
- 12) Khosla, T. and Lowe, C.R.: Indices of obesity derived from body weight and height, *Brit. J. Prev. Soc. Med.*, **21**, 122-128 (1967).
- 13) Thomas, A.E., McKay, D.A., and Cutlip, M.B.: A nomograph method for assessing body weight, *Am. J. Clin. Nutr.*, **29**, 302-304 (1976).
- 14) Report of a WHO Expert Committee: Arterial hypertension, Technical Report Series 628, World Health Organization, Geneva (1978).
- 15) Cole, P. and MacMahon, B.: Attributable risk percent in case-control studies, *Brit. J. Prev. Soc. Med.*, **25**, 242-244 (1971).
- 16) Walter, S.D.: Calculation of attributable risks from epidemiological data, *Int. J. Epidemiology*, **7**, 175-182 (1978).
- 17) 松木駿：肥満の判定基準，日本医師会雑誌，**68**，916-919 (1972).
- 18) Oliver, W.J., Cohen, E.L. and Neel, J.V.: Blood pressure, sodium intake, and sodium related hormones in the Yanomamo indians, a "No-salt" culture, *Circulation*, **52**, 146-151 (1975).
- 19) 佐々木直亮：日本人の Na, K 摂取と高血圧，最新医学，**38**，654-658 (1983).
- 20) Arkwright, P.D., Beilin, L.J., Rouse, I., Armstrong, B.K. and Vandongen, R.: Effects of alcohol use and other aspects of lifestyle on blood pressure levels and prevalence of hypertension in a working population, *Circulation*, **66**, 60-66 (1982).
- 21) Saunders, J.B., Beevers, D.G. and Paton, A.: Alcohol-induced hypertension, *Lancet*, **2**, 653-656 (1981).
- 22) Comstock, G.W. and Stone, R.W.: Changes in body weight and subcutaneous fatness related to smoking habits, *Arch. Environ. Health*, **24**, 271-276 (1972).
- 23) Garrison, R.J., Feinleib, M., Castelli, W.P. and McNamara, P.M.: Cigarette smoking as a confounder of the relationship between relative weight and long-term mortality: The Framingham Heart Study, *JAMA*, **249**, 2199-2203 (1983).
- 24) Nielsen, P.B. and Janniche, H.: The accuracy of auscultatory measurement of arm blood pressure in very obese subjects, *Acta Med. Scand.*, **195**, 403-409 (1974).
- 25) King, G.E.: Errors in clinical measurement of blood pressure in obesity, *Clin. Sci.*, **32**, 223-237 (1967).
- 26) Karvonen, M.J., Telivuo, L.J. and Jarvinen, E.J. K.: Sphygmomanometer cuff size and the accuracy of indirect measurement of blood pressure, *Am. J. Cardiol.*, **13**, 688-693 (1964).

(受付 1984年8月22日)